



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 13 128 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
H 01 H 57/00

②① Aktenzeichen: 198 13 128.3
②② Anmeldetag: 25. 3. 98
④③ Offenlegungstag: 30. 9. 99

DE 198 13 128 A 1

⑦① Anmelder:
Kuhnke GmbH, 23714 Malente, DE

⑦④ Vertreter:
H. Wilcken und Kollegen, 23552 Lübeck

⑦② Erfinder:
Klocke, Harald, Dipl.-Ing., 23714 Malente, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Elektromagnetisches Relais
⑤⑦ Das Relais hat einen elektromagnetisch beeinflussbaren Schwenkarm zum Steuern elektrischer Spannungen und Ströme und ein Gehäuse mit einer bestrombaren Spule, mit elektrischen Zu- und Abgängen und mit anzusteuern- den ortsfesten Kontakten. Diese können durch minde- stens einen beweglichen Kontakt auf dem Schwenkarm wechselseitig geöffnet und geschlossen werden, um so die elektrische Weiterleitung oder Unterbrechung einer Spannung bzw. eines Stromes zu beeinflussen. Der als Kontaktträger ausgebildete Schwenkarm ist als Biegepie- zoelement mit einer mindestens einseitig aufgebracht, magnetisch beeinflussbaren Schicht ausgebildet, wäh- rend der Schwenkarm in mindestens einer Schaltposition durch ein magnetisches Haltemittel in seiner bestim- mungsgemäßen Positionseinnahme kräftemäßig unter- stützt werden kann.

DE 198 13 128 A 1

Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Relais mit einem elektromagnetisch beeinflussbaren Schwenkarm zum Steuern elektrischer Spannungen und Ströme, bestehend aus einem Gehäuse mit einer bestrombaren Spule, mit elektrischen Zu- und Abgängen und mit anzusteuern den ortsfesten Kontakten, die durch mindestens einen beweglichen Kontakt auf dem Schwenkarm wechselweise geöffnet und geschlossen werden und hierdurch die elektrische Weiterleitung oder Unterbrechung einer Spannung oder eines Stromes beeinflussen.

Um eine große elektrische Leistung zu schalten, ist einerseits in stromöffner Stellung ein genügend großer Abstand zwischen dem ortsfesten und dem beweglichen Kontakt erforderlich. Andererseits wird in stromflußgeschlossener Stellung, d. h. in geschalteter Stellung, eine ausreichende Kontaktpreßkraft zur sicheren Strom- und/oder Spannungsförderung benötigt. Diese prinzipiellen Forderungen werden in weiten Teilbereichen durch elektromagnetische Relais erfüllt. Hierbei wird eine Spule bestromt, die von einem Weicheisenjoch umgriffen ist. Das Joch leitet den magnetischen Fluß zu einem beweglich gelagerten Anker. Bei Bestromung der Spule führt der Anker eine Bewegung aus, die auf bewegliche, die elektrische Schaltleistung übertragende Kontakte einwirkt. Diese Kontakte durchfahren daraufhin ebenfalls eine gewisse vorbestimmte Wegstrecke, die sogenannte Luftstrecke, an deren Ende sie an ortsfesten, ebenfalls die Schaltleistung übertragenden Kontakten zur Anlage kommen.

Bei anliegendem beweglichen Kontakt am feststehenden Kontakt, spricht man davon, daß die Kontakte geschlossen sind. Dann kann der Schaltstrom fließen.

Wird der steuernde Spulenstrom unterbrochen, wird der bewegliche Kontakt von dem ortsfesten Kontakt meist durch Federkraft getrennt; der Schaltstrom kann dann nicht mehr fließen.

Je nach zu schaltender Stromstärke und -spannung müssen die Kontakte in geöffnetem Zustand einen minimalen Abstand, die sogenannte Luftstrecke, aufweisen, damit es nicht zu Spannungsüberschlägen kommt. Je größer die zu überwindende Luftstrecke ist, desto höher ist auch die elektrisch aufzubringende Steuerleistung, um das elektromagnetische System des Relais zu aktivieren und die Kontakte zu schließen. Dieses wirkt sich besonders dann nachteilig aus, wenn Relais als Leistungsverstärker und Kontaktunterbrecher den Ausgängen elektronischer Steuerungen zugeordnet werden sollen, die nur eine geringe Steuerleistung zur Verfügung stellen.

Da die stromdurchflossene Spule – abhängig von ihrer Aufnahmeleistung – eine Eigenerwärmung hat, können z. B. bei mehreren, gleichzeitig bestromten Relais, die in einem Schaltschrank oder auf einer elektronischen Leiterplatte installiert sind, ein unzulässig hoher Wärmestau auftreten, der zur Schädigung anderer, z. B. weiterer elektronischer Bauteile führen kann. Hier ist dann eine zusätzliche Zwangskühlung erforderlich.

Aus der EP 0 685 109 B1 ist ein mikromechanisches Relais mit Hybridaktuator bekannt. Hier wird eine Kontaktzunge aus einem Basisblock dreidimensional herausgeätzt und als eine Elektrode eines elektrostatischen Kondensatorantriebs ausgebildet. Diese bewegliche Elektrode wird von einer weiteren ortsfesten Elektrode des Kondensatorantriebs bei Anlegen einer ausreichenden Spannung an beide Elektroden angezogen. Bei größeren Abständen der sich anziehenden Elektroden ist die elektrostatische Anziehungskraft sehr gering, und es müssen hohe Steuerspannungen angelegt werden.

Um dieses elektrostatische Antriebssystem zu unterstützen, wird nach der genannten EP-Schrift ein Teilbereich der Kontaktzunge mit einer als Biegeumwandler wirkenden Piezozugschicht versehen, deren Biegekraft bei elektrischer Erregung die elektrostatische Anziehungskraft unterstützt.

Nachteilig bei diesem System ist, daß nur äußerst geringe elektrische Leistungen über ein derartiges mikromechanisches Relais geschaltet werden können. Dieses System läßt sich auch nicht sinnvoll mechanisch vergrößern, da der elektrostatische Antrieb prinzipbedingte Nachteile aufweist. Hierzu zählt einerseits die zwischen den Elektroden erforderliche Isolierung, um einen Spannungsdurchschlag zwischen den beiden Elektroden zu verhindern. Mit zunehmender Spannung muß diese Isolierschicht dicker sein, was aber bewirkt, daß sich die Anziehungskraft der Elektroden verringert. Weiterhin ist eine großflächige Überdeckung der Elektroden erforderlich, um ausreichende elektrostatische Anziehungskraft zu erhalten. Dieses bedeutet, daß ein elektrostatischer Antrieb nur begrenzte Kraft – abhängig von der Spannung, der Flächenüberdeckung und der Isolierschichtdicke zwischen den Elektroden – zur Verfügung stellen kann.

Es besteht somit die Aufgabe, ein Relais vorzuschlagen, das bei ausreichendem großem Kontaktabstand und minimaler Steuerleistung und Eigenerwärmung große elektrische Schaltleistungen an- oder abschalten kann.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei dem eingangs erwähnten Relais der als Kontaktträger ausgebildete Schwenkarm als Biegepiezoelement mit einer mindestens einseitig aufgetragenen, magnetisch beeinflussbaren Schicht ausgebildet ist und der Schwenkarm in mindestens einer Schallposition durch ein magnetisches Haltemittel in seiner Positionseinnahme kräftemäßig unterstützt wird.

Diese Unterstützung geschieht z. B. durch ein elektromagnetisches Haltemittel, dessen Spule entweder als z. B. Planarspule, als mehrschichtige Planarspule oder als drahtbewickelte Spule aufgebaut ist. Vorzugsweise umschließt diese Spule ein in Richtung Schwenkarm wirkendes magnetisches Flußleitmittel bzw. die Spule wird von diesem zumindest teilweise umschlossen. Der als Biegepiezoelement ausgebildete Schwenkarm besteht aus einer an sich bekannten Piezokeramik und ist für sich allein nicht magnetisch beeinflussbar. Deshalb ist der Schwenkarm im Bereich des Zusammenwirkens mit dem Haltemittel mit einer magnetischen leitenden, d. h. z. B. mit einer weichmagnetischen Schicht versehen. Das Biegepiezo kann in dieser Ausgestaltung direkt als Schwenkarm und als Kontaktträger für den beweglichen Relaiskontakt genutzt werden.

Durch die elektrische Ansteuerung wird bei gleichzeitiger Bestromung des Haltemittels und des Biegepiezos das Biegepiezo mit hoher Geschwindigkeit ausgelenkt und kommt als Schwenkarm mit seiner magnetisch beeinflussbaren Beschichtung in den wirksam werdenden Bereich des elektromagnetischen Haltemittels. Dieses elektromagnetische Haltemittel unterstützt nunmehr in der Nähe der neuen, angesteuerten Endposition in gleichgerichtetem Kraftsinne die Auslenkung des Schwenkarmes, der vorzugsweise mit der genannten magnetisch beeinflussbaren Schicht an dem Flußleitmittel des Haltemittels zur Anlage kommt. Es ist auch möglich, daß der Schwenkarm im Bereich des Zusammenwirkens mit dem Haltemittel mit einer hartmagnetischen Schicht versehen ist, die ihrerseits mit dem magnetischen Flußleitmittel des Haltemittels kräftemäßig derart zusammenwirkt, daß eine Unterstützung der Kraft im ausgelenkten Zustand des Schwenkarmes erfolgt, ohne daß die Spule bei diesem Wirkprinzip bestromt werden muß.

Die magnetisch beeinflussbare Schicht, die dem Schwenkarm zugeordnet wird, läßt sich auf verschiedene Weise auf-

bringen, z. B. durch Sputtern, Aufdampfen, Aufkleben, Aufwalzen, Aufdrucken usw. Je nach Konstruktionsausführung kann es sinnvoll sein, daß zum Längenausgleich bei der Durchbiegung des Biegepiezos im Bereich des Zusammenwirkens mit dem Haltemittel die magnetisch beeinflussbare Schicht gegenüber dem Biegepiezo elastisch beweglich ist, so daß zwar zwischen der Schicht und dem Biegepiezo eine Kraftschlüssigkeit gegeben ist, sich jedoch die Schicht gegenüber dem Flußleitmittel des Haltemittels lagernmäßig ausrichten und anpassen kann.

Von weiterem Vorteil ist, daß die beweglichen Kontakte, die mit den jeweiligen zu beeinflussenden ortsfesten Kontakten zusammenwirken, ihre Sollposition einnehmen, bevor der Schwenkarm seine jeweilige wechselseitige Endposition einnimmt. Dieses läßt sich z. B. dadurch erreichen, daß die beweglichen Kontakte einem federnden Element zugeordnet sind, welches mit dem Schwenkarm verbunden ist bzw. durch diesen beeinflusst wird. Hierdurch ergibt sich ein Vorlauf der beweglichen Kontakte gegenüber dem Schwenkarm, so daß diese Kontakte unter einer abgedrückten, definierten Vorspannkraft zur Anlage kommen. Gleichzeitig ist hierdurch die an sich bekannte Selbstreinigung der Kontakte von etwaigen Oxydationen oder Ablagerungen gegeben.

Es ist auch denkbar, daß das mit dem Schwenkarm verbundene federnde Element magnetisch beeinflussbar ausgebildet ist und das elektromagnetische Haltemittel den angesteuerten ortsfesten Kontakt z. B. koaxial umschließt. Hierdurch ist eine noch kompaktere Bauweise möglich, wenn auch der betreffende ortsfeste Kontakt entsprechend isoliert in dem magnetisch leitendem Flußleitmittel eingebracht ist.

Die genannten Ausführungen lassen sich auch vorteilhaft in der Mikrotechnik nach bekannten Verfahren herstellen. Ebenso ist die vorn genannte mehrschichtige Planarspule. Gleichwohl ist auch die vorgeschlagene Verbesserung in konventioneller Relaisstechnik einsetzbar.

Je nach Belegung der Kontakte ist es möglich, im unbestromten Zustand, also in der Ausgangsstellung, die Kontakte des Gerätes geschlossen bzw. geöffnet zu halten. Als weitere Möglichkeit ist auch der Einsatz in der Funktion eines Wechslers machbar.

Die durch das mit dem Schwenkarm verbundene federnde Element aufzubringende und erforderliche Vorspannkraft des beweglichen Kontaktes auf den im nicht angesteuerten Zustand hiermit zusammenwirkenden ortsfesten Kontakt ist durch Änderung des Winkels der den Schwenkarm aufnehmenden Lagerung einstellbar. In vergleichbarer Weise lassen sich auch die ortsfesten Kontakte justieren, so daß das Relais mit sehr genau vorgegebenen Kontaktkräften ausgestattet ist.

Weiterhin ist es möglich, im Bereich des nicht angesteuerten Zustandes ebenfalls ein weiteres elektromagnetisches Haltemittel einzubringen. Hierfür ist die dieser Position zugehörige Seite des Schwenkarmes auch mit einer magnetisch beeinflussbaren Schicht zu versehen. Diese Beschichtung wirkt dann in der nicht angesteuerten Position mit einem Hartmagneten zusammen, so daß der Hartmagnet in unbestromtem Zustand den Schwenkarm anzieht und hierauf einen Kraftüberschuß ausübt. Somit läßt sich eine weitere Steigerung des Kontaktdruckes auch in der nicht angesteuerten Position erreichen, daß heißt, eine höhere elektrische Leistung steuern. Dieses ist vor allem bei der Ausführung als Wechsler von Bedeutung.

Bei ausschließlicher Bestromung des Biegepiezos würde dieses allerdings bei Zusammenwirken mit einem Hartmagneten die eingenommene Position nicht verlassen können, da die magnetisch aufgebrachte Kraft des Hartmagneten zur Positionsfixierung größer ist als die Nutzkraft des Biegepiezos durch dessen Bestromung. So ist es erforderlich, bei Be-

stromung des Biegepiezos ebenfalls das Kraftfeld des Hartmagneten aufzuheben. Dieses geschieht zweckmäßigerweise ebenfalls durch eine elektrische Spule, die entsprechend gepolt gleichzeitig mit dem Biegepiezo bestromt wird und das hartmagnetische Kraftfeld aufhebt, so daß sich das Biegepiezo in die andere Schalterposition bewegen kann.

Vorteilhafterweise ist in einem solchen Fall eine Stromunterbrechungseinrichtung für die mit dem Hartmagneten zusammenwirkende Spule vorzusehen. Diese kann z. B. aus dem Schwenkarm bestehen, der zusätzlich zu den beweglichen Kontakten des Leistungsteiles einen weiteren elektrischen Kontakt zur Ansteuerung der Spule des weiteren Haltemittels beeinflusst, der – elektrisch gesehen – vor die betreffende Spule geschaltet und in nicht bestromten Zustand geschlossen ist. Es ist auch eine gesonderte elektromechanische oder elektronische Stromunterbrechungseinrichtung denkbar.

Wird nun Spannung an das erfindungsgemäße Relais gelegt, so daß sich der Schwenkarm gegen den gegenüberliegenden ortsfesten Kontakt und gegen das gegenüberliegende elektromagnetische Haltemittel bewegt, baut sich zunächst das hartmagnetische Kraftfeld ab, und der Schwenkarm verschwenkt entsprechend durch die piezoelektrische Krafteinwirkung. Hierbei wird der genannte elektrische Kontakt zur Ansteuerung oder Stromunterbrechungseinrichtung vorzugsweise mit einem Nachlauf geöffnet und die Spannungszufuhr für die Spule zur Aufhebung des hartmagnetischen Kraftfeldes unterbrochen. Das hartmagnetische Kraftfeld kann sich nun wieder aufbauen, wirkt aber nicht mehr auf den Schwenkarm, da der diesbezügliche Luftspalt zwischen der Schwenkarmbeschichtung und dem Hartmagneten bereits so groß ist, daß eine Beeinflussung zwischen diesen nicht mehr stattfindet. Andererseits bewegt sich der Schwenkarm in das durch Bestromung erzeugte elektromagnetische Kraftfeld des gegenüberliegenden Haltemittels hinein, das die Schließkraft nunmehr in diese Richtung verstärkt.

Wird das Relais auf der Ansteuerseite spannungslos geschaltet, verliert das letztgenannte Haltemittel seine Wirkung, der Schwenkarm bewegt sich wieder in das erstgenannte Kraftfeld des Hartmagneten und wird hierdurch in seiner Kraftwirkung wieder unterstützt. Die elektrische Eigenabschaltung der das hartmagnetische Kraftfeld aufhebenden Spule ist vom Prinzip her nicht erforderlich, trägt jedoch erheblich zur Herabsetzung der erforderlichen elektrischen Steuerleistung bei und reduziert somit auch die Eigen Erwärmung des Relais.

Wie bekannt, wirkt ein Piezoelement wie ein Kondensator. Nur im Augenblick der Bewegung wird der hierfür erforderliche Strom gezogen, während nach Ausführung der Bewegung zwar die Haltespannung anliegen muß, jedoch nur noch ein geringfügiger Leckstrom fließt. D.h., daß das Piezoelement eine elektrische Ladung beinhaltet. Wird die Spannung abgeschaltet, muß diese Ladung abgebaut werden. Es ist zweckmäßig, das elektromagnetische Haltemittel, das den Schwenkarm, also das Biegepiezo, in der angesteuerten Position unterstützt, derart in die elektrische Steuerung des Piezos einzubeziehen, daß das Haltemittel als Verbraucher für die gespeicherte Ladung des Piezos dient. Hierdurch wird ein sicheres Rückschalten des Schwenkarmes in die bestimmungsgemäße Position erreicht.

Anhand der Zeichnung werden das Relais und dessen Funktion als ein Ausführungsbeispiel beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 einen Schnitt durch die Längsachse des unbestromten Relais,

Fig. 1a einen Schnitt durch die Längsachse des Relais in bestromten Zustand,

Fig. 2 eine Seitenansicht des Schwenkarmes.

Fig. 3 eine Aufsicht des beschichteten Schwenkarmes.

Fig. 4 eine Seitenansicht des bestromten Schwenkarmes mit elastisch aufgebrachter, quergestrippter oder punktgestreuter Beschichtung, und

Fig. 5 ein elektrisches Schaltungsbeispiel.

Das Relais nach **Fig. 1** besteht aus einem Gehäuse **1** mit einem Hohlraum **12**. In diesen Raum ist ein Schwenkarm **2**, der aus einem Biegepiezo besteht und mit einer magnetisch beeinflussbaren Schicht **3**, **3.1** beschichtet ist, fest mit dem justierbaren Lager **7** verbunden. Der Schicht **3**, **3.1** gegenüberliegend ist im Raum **12** des Gehäuses **1** je ein elektromagnetisches Haltemittel **4**, **4.1** mit dem Gehäuse **1** fest verbunden angeordnet. Dieses Haltemittel **4**, **4.1** besteht in dem gezeigten Beispiel aus einer Wicklung **5**, die ein magnetisch leitendes Flußleitmittel **6** aufweist. Zwischen der Beschichtung **3.1** und dem Flußleitmittel **6** besteht im dargestellten, nicht bestromten Zustand nach **Fig. 1** ein Abstand, der als magnetischer Luftspalt bezeichnet wird. In den Raum **12** führen ein Anschluß **30** an einen ortsfesten Kontakt **11** und ein Anschluß **31** an einen ortsfesten Kontakt **11.1**. Der Schwenkarm **2** ist mit einem federnden Element **13** versehen, das beidseitig bewegliche Kontakte **14**, **15** aufweist, die wiederum direkt in Abhängigkeit des elektrischen Eingangssignales mit den ortsfesten Kontakten **11**, **11.1**, zusammenwirken. In dem gezeigten Beispiel sind die Kontakte **11.1** und **15** geschlossen, während die Kontakte **11** und **14** geöffnet sind, d. h., an den Anschlüssen **16** und **17** des Relais liegt keine Steuerspannung an.

Die Kontakte **14** und **15** werden über einen Anschluß **32** des Leistungskreises bestromt, der vorzugsweise gegenüber den Anschlüssen **16** und **17** sowie gegenüber dem Biegepiezo und der magnetisch beeinflussbaren Schicht **3** isoliert ist.

Werden die Anschlüsse **16** und **17** bestromt, die einerseits eine Verbindung zu nicht dargestellten Anschlußpolen des Biegepiezos des Schwenkarmes **2** aufweisen, andererseits aber auch die Wicklung **5** des Haltemittels **4.1** bestromen, durchfährt der Schwenkarm mit dem federnden Element **13** und den darauf angeordneten Kontakten **14**, **15** einen relativ großen Hub. Hierbei ändert sich auch der Luftspalt zwischen der magnetisch beeinflussbaren Beschichtung **3.1** und dem Flußleitmittel **6**, indem dieser Luftspalt kleiner wird und das magnetische Feld der Wicklung **5** mit der Beschichtung **3.1** zusammenwirkt. Je geringer nunmehr der Abstand dieses Luftspaltes wird, desto höher wird die magnetische Anziehungskraft des Haltemittels **4.1**, die die Hubbewegung des Schwenkarmes **2** unterstützt. Schließt der bewegliche Kontakt **14** den ortsfesten Kontakt **11**, so ist der vorgenannte Luftspalt nur noch geringfügig vorhanden. Dieser reduziert sich jedoch aufgrund des Kraftüberschusses des Haltemittels **4.1** und der federnd wirkenden Kräfte des Elementes **13** auf Null, was bedeutet, daß aufgrund des federnden Elementes **13** der Schwenkarm **2** einen Überhub gegenüber dem Kontakt **11** durchfährt. Das hat zur positiven Folge, daß einerseits eine ausreichende Kontaktkraft des Kontaktes **14** gegenüber dem ortsfesten Kontakt **11** vorhanden ist, und daß andererseits die magnetisch beeinflussbare Beschichtung **3.1** in vorgesehener Weise zur Anlage an dem Flußleitmittel **6** kommt und in dieser zweckbestimmten Position die höchstmögliche Kraft wirksam wird. Gleichzeitig ergibt sich hierdurch ein Selbstreinigungseffekt der Kontakte.

Nach Ausschalten der an den Steueranschlüssen **16** und **17** anliegenden Spannung bricht die Haltekraft dieses elektromagnetischen Haltemittels **4.1** zusammen, gleichzeitig entlädt sich die piezoelektrische Ladung über die Wicklung **5**, und der Schwenkarm **2** bewegt sich wiederum in die in **Fig. 1** dargestellte Position, in der der ortsfeste Kontakt **11.1** mit dem beweglichen Kontakt **15** zur elektrisch leitenden

Anlage kommt.

Um die Kontaktkraft zwischen den Kontakten **11.1** und **15** bedarfsorientiert zu justieren, ist das Lager **7**, das hier – beispielhaft dargestellt – im Querschnitt eine U-förmige Gestalt aufweist, z. B. an dem senkrecht stehenden Schenkel nach rechts verbiegbare. Hierdurch erhöht sich die Kontaktkraft. Wird der Schenkel gegenüber der dargestellten senkrechten Stellung nach links gebogen, verringert sich die Kontaktkraft. Die gleiche Vorgehensweise ist auch mit den ortsfesten Kontakten **11**, **11.1** durch Biegen der Lager **7.1** möglich.

Das dem ortsfesten Kontakt **11** zugeordnete elektromagnetische Haltemittel **4.1** unterscheidet sich gegenüber dem dem gegenüberliegenden ortsfesten Kontakt **11.1** zugeordneten Haltemittel **4** dadurch, daß das dem Kontakt **11** zugehörige Haltemittel **4.1** ein weichmagnetisches Flußleitmittel **6** aufweist, während dieses Mittel **6.1** bei dem dem Kontakt **11.1** zugehörigen Haltemittel **4** statt dessen hartmagnetisch sein kann. Dieser Unterschied ist zeichnerisch nur durch Kennzeichnung der hartmagnetischen Polarisierung N, S darstellbar.

In **Fig. 2** ist der Schwenkarm **2** in der Seitenansicht gezeigt und mit je einer magnetisch leitenden Beschichtung **3**, **3.1** versehen. Die Beschichtung **3**, **3.1** kann je nach Anforderung aufgesputtert, aufgedampft, aufgewalzt, aufgeklebt oder, wie bei der Schicht **3.1** beispielhaft dargestellt, mit einer elastischen Zwischenschicht versehen sein. Diese Schichten **3**, **3.1** können auch aus sogenanntem amorphen Metall bestehen, wodurch die magnetische Wirkung auch bei dünnen Schichten verbessert wird.

Es ist in **Fig. 3** erkennbar, daß der Schwenkarm **2** mit einem federnden Element **13** versehen ist. Dieses Element ist vorzugsweise eine Blattfeder vorgegebener Charakteristik, die mit dem Schwenkarm **2** verbunden ist, es kann aber auch ein unmittelbares Teil des Schwenkarmes **2** sein, das sich ggf. auch piezoelektrisch gegenläufig zur Bewegung des Schwenkarmes **2** biegt. Auf diesem federnden Element **13** sind die beweglichen Kontakte **14** und **15** auf jeder Seite gegenüberliegend aufgebracht.

Wird die Beschichtung **3** als magnetisch leitende Folie z. B. aus amorphen Metall auf den Schwenkarm **2** aufgebracht, ist zum Längenausgleich während der Durchbiegung des Biegepiezos eine elastische Zwischenlagerung **10.1** zweckmäßig, so daß der Beschichtung nicht die Formänderung des Schwenkarmes **2** aufgezwungen wird. Es hat sich auch bewährt, die Beschichtung **3.1** als Folie auszubilden und im mittleren Bereich der Beschichtung diese z. B. mit einem elastischen Kleber gemäß **Fig. 2** nur punktuell auf dem Schwenkarm zu befestigen. Hierdurch ergibt sich eine quasisphärische Lagerung der Beschichtung bzw. der Folie gegenüber dem Schwenkarm bei gleichzeitig kraftschlüssiger Verbindung.

Eine weitere Möglichkeit, die Beschichtung den sich durch Verbiegen ändernden Konturen des Schwenkarmes anzupassen, besteht gemäß **Fig. 4** darin, daß die Beschichtung **3.1** aus nicht miteinander verbundenen, nebeneinanderliegenden Stegen oder Punkten besteht. Hierdurch wird der Biegemechanismus des Schwenkarmes so gut wie nicht beeinträchtigt. Um den magnetischen Fluß nicht unnötig zu schwächen, sollten die Abstände zwischen den benachbarten Stegen oder Punkten kleiner sein als die Dicke der aufgetragenen Beschichtung.

In **Fig. 5** ist ein Beispiel für den elektrischen Anschluß des als Biegepiezo ausgebildeten Schwenkarmes **2** in Kombination mit der Wicklung **5** in der Weise dargestellt, daß beim Abschalten der anliegenden Spannung die elektrische Ladung des Biegepiezos **2** über die Wicklung **5** abfließt.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Relais liegen darin,

daß durch die Synthese der genannten Technologien ein elektrisches Schaltgerät geschaffen ist, daß einerseits aufgrund der extrem kurzen Schaltzeiten des Biegepiezos sehr kurze Reaktionszeiten aufweist, und andererseits nur eine geringe Stromaufnahme trotz eingesetzter elektromagnetischer Haltemittel erforderlich ist, da das Haltemittel praktisch nur die Energie benötigt, den Schwenkarm in der angesteuerten Position zu fixieren bzw. das zur Fixierung erforderliche Kraftfeld eines Hartmagneten zu kompensieren, nicht jedoch, um den gesamten großen Hub der beweglichen Kontakte durchfahren zu müssen. Aufgrund dieser Vorzüge lassen sich extrem kleinbauende elektrische Relais für einen großen Leistungsbereich realisieren. Durch die indirekte Einstellbarkeit des federnden Elementes, z. B. durch die Lagerung des Schwenkarmes bzw. auch der ortsfesten Kontakte, ist eine sehr rationelle, kostengünstige und auch vollautomatische Massenfertigung realisierbar.

Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Relais mit einem elektromagnetisch beeinflussbaren Schwenkarm zum Steuern elektrischer Spannungen und Ströme, bestehend aus einem Gehäuse mit einer bestrombaren Spule, mit elektrischen Zu- und Abgängen und mit anzusteuern den ortsfesten Kontakten, die durch mindestens einen beweglichen Kontakt auf dem Schwenkarm wechselweise geöffnet und geschlossen werden und hierdurch die elektrische Weiterleitung oder Unterbrechung einer Spannung bzw. eines Stromes beeinflussen, **dadurch gekennzeichnet**, daß der als Kontaktträger ausgebildete Schwenkarm (2) als Biegepiezoelement mit einer mindestens einseitig aufgebrachten, magnetisch beeinflussbaren Schicht (3, 3.1) ausgebildet ist und der Schwenkarm (2) in mindestens einer Schalterposition durch ein magnetisches Haltemittel (4, 4.1) in seiner bestimmungsgemäßen Positionseinnahme kräftemäßig unterstützt wird.
2. Relais nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwenkarm (2) im Bereich des Zusammenwirkens mit dem Haltemittel (4, 4.1) mit einer weichmagnetischen Schicht (3, 3.1) versehen ist.
3. Relais nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwenkarm (2) im Bereich des Zusammenwirkens mit dem Haltemittel (4, 4.1) mit einer hartmagnetischen Schicht (3) versehen ist.
4. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (3) aufgesputtert, aufgedampft, aufgewalzt oder aufgedruckt ist.
5. Relais nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (3, 3.1) aufgeklebt (10, 10.1) ist.
6. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Schicht (3, 3.1) und dem Schwenkarm (2) ein elastisches Mittel (10, 10.1) eingebracht ist.
7. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (3) – bezogen auf die Längsachse des Schwenkarmes (2) – aus aneinanderliegenden Querstegen mit jeweiligen Zwischenabstand oder/und aus gerasterten Punkten mit jeweiligen Zwischenabständen besteht.
8. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwenkarm (2) mit einem federnden Element (13) versehen ist.
9. Relais nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das federnde Element (13) mit Kontakten (14, 15) versehen ist.

10. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakte (14, 15) wechselweise Stromkreise öffnen oder unter federnder Vorspannkraft schließen.

11. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwenkarm (2) nach Anlage des beweglichen Kontaktes (14, 15) an dem jeweils zugeordneten ortsfesten Kontakt (11, 11.1) einen Überhub ausübt und hierdurch die Vorspannkraft wirksam wird.

12. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das bestromte Haltemittel (4, 4.1) auf die Schicht (3, 3.1) eine elektromagnetisch erzeugte Kraft ausübt.

13. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Haltemittel (4, 4.1) eine elektrische Wicklung (5) aufweist.

14. Relais nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (5) eine Planarspule ist.

15. Relais nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (5) eine mehrschichtige Spule ist.

16. Relais nach Ansprüchen 14 und 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (5) dreidimensional nach in der Mikrotechnik bekannten Verfahren hergestellt ist.

17. Relais nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (5) um ein magnetisch leitendes Flußleitmittel (6) angeordnet ist, welches mit der Schicht (3, 3.1) zusammenwirkt.

18. Relais nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (5) von einem magnetisch leitenden Flußleitmittel (6) umgriffen ist, das mit der Schicht (3, 3.1) zusammenwirkt.

19. Relais nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (5) drahtgewickelt ist.

20. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein elektromagnetisches Haltemittel (4, 4.1) mit einer hartmagnetischen Schicht auf dem Schwenkarm (2) zusammenwirkt.

21. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein elektromagnetisches Haltemittel (4, 4.1) gemeinsam mit einem Hartmagneten (6.1) auf die Schicht (3, 3.1) des Schwenkarmes (2) wirkt.

22. Relais nach den Ansprüchen 20 und 21, dadurch gekennzeichnet, daß das hartmagnetische Kraftfeld durch das elektromagnetische Kraftfeld des Haltemittels (4, 4.1) – je nach Stromdurchflußrichtung durch das Haltemittel – kraftverstärkend überlagert oder aufgehoben wird.

23. Relais nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die mit dem Haltemittel (4, 4.1) zusammenwirkende Wicklung (5) durch eine Spannungsunterbrechungseinrichtung ansteuerbar ist.

24. Relais nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsunterbrechungseinrichtung durch die Position des Schwenkarmes gesteuert wird.

25. Relais nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsunterbrechungseinrichtung durch die dem Relais zugeführte elektrische Steuerungsspannung beeinflusst wird.

26. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktkraft auf den anzusteuern den Kontakt (11, 11.1) durch Winkeländerung einer Lagerung (7) für den Schwenkarm (2) einstellbar ist.

27. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ortsfesten Kontakte (11, 11.1) durch Winkeländerung ihrer Lager (7.1) einstellbar sind.

28. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Ansteuerung des Relais derart ausgebildet ist, daß nach Abschalten der Steuerspannung der Schwenkarm (2) seine ursprüngliche, in nicht bestromtem Zustand bestimmungsgemäße Position einnimmt.

29. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Relais in jeder seiner einnehmbaren Positionen eine magnetische Selbsthaltung aufweist.

30. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach Abschalten der Steuerspannung die Ladung des Piezoelementes des Schwenkarmes (2) durch das elektromagnetische Haltemittel (4, 4.1) aufgezehrt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

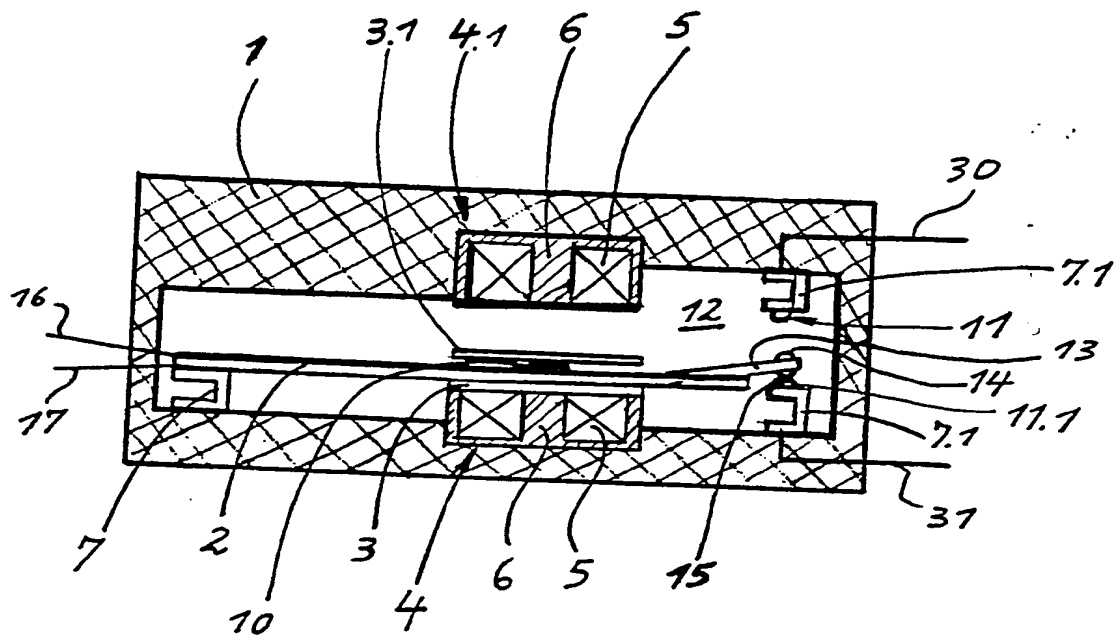


Fig. 1

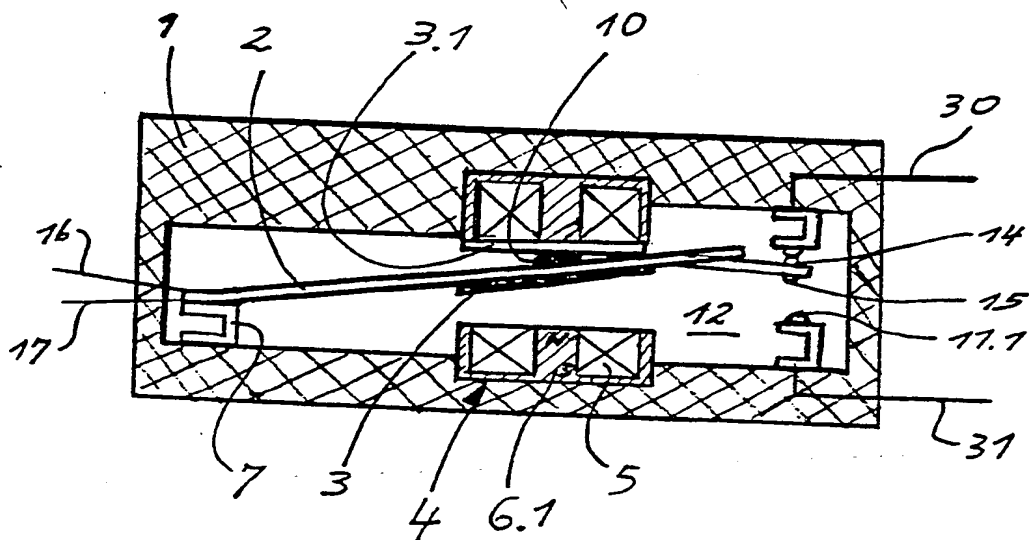


Fig. 1a

